

## Articles

## 論文

温室効果ガス低減と持続的経済成長を  
目指した国内対策の在り方

研究員

濱 崎 博



## 目次

- |                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| ・研究目的                 | 1. モデルの解説            |
| ・研究内容                 | 2. シミュレーション設計        |
| ・環境税に関する基礎的内容         | 3. シミュレーション結果        |
| ・海外での環境税導入状況          | 4. 考察                |
| ・日本における環境関連税及び温暖化対策   | ・結論及び温室効果ガス削減ための政策提言 |
| ・日本での環境税導入による影響の定量的評価 | ・今後の課題               |

## 要旨

1. 1997年京都で開催された COP3以後、2008-2012年の第1フェーズに向けた温室効果ガスの削減と経済成長の両立を目指した対応の必要性が高まっている。ただし、我が国においては1970年代の2回にわたるオイルショック以降、産業部門及び政府の省エネルギー推進努力により世界でも類を見ないエネルギー効率の高い経済を作り上げる結果となった。そのため、数多くの研究が指摘するように我が国の温室効果ガス削減費用は非常に高く、温室効果ガス削減目標達成には、深刻な経済への影響を受けることとなる。このような背景より、今までの C&C (Command and control) による対策ではなく、よりコスト効率の高い経済的手法を用いた対策の必要性が叫ばれている。
2. 本稿では、経済的手法として代表的な炭素税を取り上げ、炭素税導入による我が国の経済・社会的影響及び環境影響に関して考察を行う。特に今回は、炭素税の税収に注目し、その税収の還流方法による我が国の経済・社会及び環境への影響を評価する。また、追加的に附属国すべてが京都議定書を批准した場合の影響についても考察を加えた。炭素税導入による影響評価手法として、パーデュー大学及びニューサウスウェールズ大学によって開発された GTAP-E を用いた。
3. 上記の分析より、炭素税の導入はエネルギー多消費産業に対して深刻な影響を与え、我が国から旧ソ連、中国などへのエネルギー多消費製品の生産拠点の移転を促す結果となった。そのため、我が国において温室効果ガス削減が達成されても、全世界で見した場合、ネットでは我が国において削減された二酸化炭素の半分しか削減されないこととなる。
4. 炭素税による税収を社会保障費の企業負担分の軽減に用いた場合に関しては、還流しない場合と比較してもあまり大きな変化はなく、エネルギー多消費製品の生産拠点の海外流出により経済厚生は低下する。ただし、エネルギー多消費産業の海外流出を防ぐために過度にエネルギー多消費産業へ税収の還流を行った場合、エネルギー多消費産業の流出は食い止められるが、他の産業の負担が増加する結果となり、我が国全体の経済厚生としては、より悪化することとなる。
5. 附属国すべてが京都議定書を批准することにより、二酸化炭素削減分のリーケージが減少する結果が得られた。よって、全附属国による京都議定書の批准により世界規模で見た温室効果ガスの効果的な減少が期待できる。

# Political measures to harmonise sustainable economic development and greenhouse gas mitigation in Japanese economy

Research Associate **Hiroshi Hamasaki**

## CONTENTS

- . Objectives
- . Procedure
- . Basic knowledge about carbon tax
- . Carbon tax introduction in other countries
- . Japanese environmental related tax and political measures for climate change
- . Quantitative analysis of carbon tax introduction in Japan
- . Conclusion and policy proposal
- . Future works

## SUMMARY

1. To establish political measures which aim to harmonise economic development and greenhouse gas emission reduction has become more important and pressing countermeasures since the COP 3 held in Kyoto, Japan in 1997. The twice oil shocks, occurred in 1970s, have enhanced energy rationalisation in Japanese economy, especially industrial sector and at present, Japan is one of the most energy efficient economy. As many studies point out, costs to mitigate greenhouse effect gas in Japan is most expensive in the world and to reduce greenhouse gas would affect serious negative impact on Japanese economy. From this background, more cost effective measures to mitigate greenhouse gas should be introduced instead of traditional command and control measures.
2. In this paper, we take carbon tax as one of major fiscal measures to mitigate greenhouse effect gas and evaluate the impacts of carbon tax introduction from economic and environmental point of view. In addition, we examine the impact if all Annex countries ratify the Kyoto protocol. To evaluate above impacts, we employ GTAP-E model, Purdue University, the US and University of New South Wales, Australia, Australia have developed.
3. According to the results of above simulations, the introduction of carbon tax in Japanese economy affects serious impacts on the economy, especially energy intensive industry and enhances the shift of energy intensive industry from Japan to China and former Soviet Union. As the results, world CO<sub>2</sub> emissions is reduced by only half of what is achieved by Japan.
4. There is only little difference between with and without carbon tax revenue recycle to the reduction of NICs shared by companies. However excess tax revenue recycle to energy intensive industry to avoid the outflow of energy intensive industry from Japan increase burden of other sectors and result in the loss of over all economic welfare.
5. Ratification of the Kyoto protocol by all Annex countries decreases the leakage rate of CO<sub>2</sub>.

## ．研究目的

1997年、京都において第3回気候変動枠組条約締約国会議（COP3）が開催された。日本を含む先進諸国に対しての温室効果ガス削減目標設定以来、先進各国は温室効果ガス削減を目指した各種施策の導入及び導入のための準備を行っている。

既にいくつかの研究結果によって指摘されているように、1970年代の石油ショックにより産業部門において省エネ化が進展した日本においては、2008-2012年の第1フェーズにおける1990年比6%の温室効果ガス削減は、他の国と比較すると非常に困難なものである。目標達成のための施策は経済・社会へ深刻な影響を与える可能性がある。また、温室効果ガス排出削減目標が課せられている先進各国での温室効果ガス削減を目標とした環境対策が、製鉄業などのエネルギー多消費産業の排出削減義務の課せられていない発展途上国への生産拠点の移動を促す結果となり、世界規模で見た温室効果ガス削減効果が薄まる可能性がある（いわゆる二酸化炭素リーケージ）。以上より、実際に温室効果ガス削減策が実施に移されるためにも経済への影響が軽微であり、かつ世界的規模での温室効果ガス削減に寄与する施策が必要とされている。

本研究では、税制調査会などにおいても導入の必要性が議論されている代表的な経済的手法である環境税、特にその税収の使途に注目し、その税収の使途を含めた環境税パッケージに関してその有効性を評価する。評価は、産業への影響及び地球規模での二酸化炭素削減効果の2点より行う。

## ．研究内容

研究内容は以下の3つより構成される。

海外の炭素税導入状況  
オランダ、スウェーデン等において導入されて

いる炭素税の現状及び導入の経緯に関して調査を行う。特に、炭素税の税収の使途及び炭素税導入によって最も影響を受けるエネルギー多消費産業への対応に関して詳細に調査を行う。

CGEを用いた日本への炭素税導入の可能性  
評価

の結果を参考に、炭素税及びその税収の還流方法に関していくつかのモデルを提示し、CGE（Computational General Equilibrium Model）を用いて評価する。

炭素税の可能性評価

以上の結果より、炭素税の温室効果ガス低減及び持続的経済成長の両立への寄与の可能性に関して評価を行う。

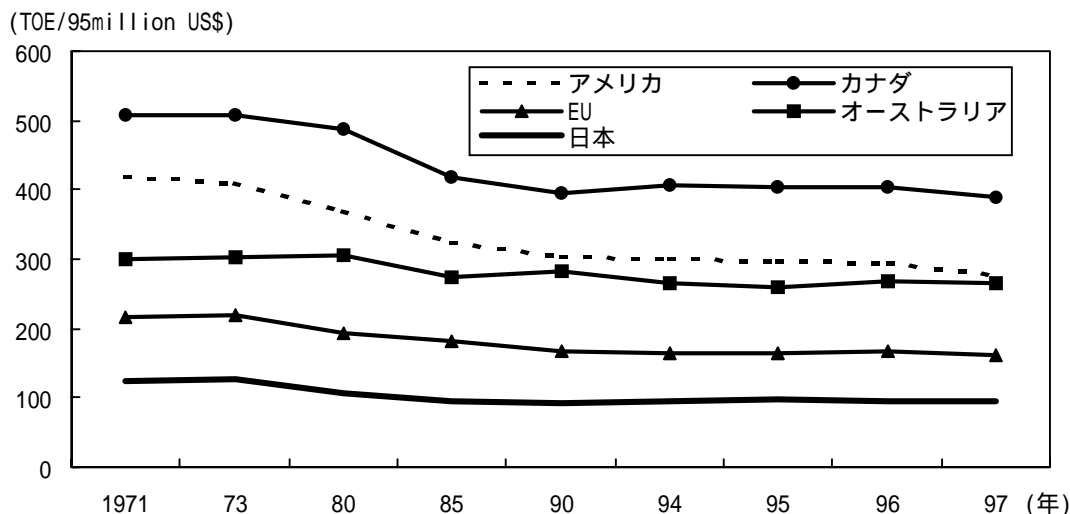
## ．環境税に関する基礎的内容

図表1は、先進各国のGDP当たりのエネルギー消費量を示している。図表より明らかなように既に日本経済は、他国と比較してエネルギー効率が大きく、最もエネルギー効率の低いカナダと比較して日本は3倍以上の経済効率を持つ。

そのため、既にいくつかの研究によって指摘されているように日本の削減目標である1990年比6%の削減目標達成は非常に困難なものであり、削減目標達成は経済へ深刻な影響を与える可能性がある。以上のような状況から、環境庁においては「経済政策における経済的手法活用検討会報告書」（平成12年5月）を作成するなど、経済的手法の可能性に関して検討を行っている。税制調査会においても、代表的な経済的手法である環境税導入の必要性に関して議論が行われており、今後はより具体的な、導入を見据えた環境税のパッケージの提案が求められている。

実際に環境税を導入する際に問題となるのは、課税対象（含む課税段階）、税収の還流の仕方及びエネルギー多消費産業の取扱いである。

図表 1 各国 GDP 当たりのエネルギー消費量比較



(資料) エネルギー・経済統計要覧、日本エネルギー経済研究所 エネルギー計量分析編

課税段階としては、エネルギー会社(上流部門)から最終消費段階(下流部門)までのどの段階で行うかを考える必要がある。発電用燃料に対して課税を行うのか、発電した電力に対して課税を行うのか等、課税の仕方に関してもいくつかの種類が存在する。また、エネルギー多消費産業や低所得者の取扱いなど、課税対象の選定には注意が必要である。

炭素税導入した際の税収の使途としては、特に目的税化せず一般会計とする、企業活動への影響を低減するために雇用主の社会保障費の負担軽減に当てる、新エネルギー普及のための補助金とするなど、いくつかのオプションが存在する。

エネルギー多消費産業への対応も重要な問題である。イギリス等においては、エネルギー多消費産業は政府とエネルギー低減に関する協定を結ぶことにより、炭素税の税率軽減や、免税処置を受けることができる。

## ・海外での環境税導入状況

既に炭素税に類する税の導入を行っているオラ

ンド、スウェーデン、フィンランド、ノルウェー、デンマーク及び2001年4月に導入予定のイギリスの6カ国の炭素税システムに関してまとめたのが図表2である。

## ・日本における環境関連税及び温暖化対策

2000年3月10日に行われた政府税制調査会基本問題小委員会(加藤小委員長)において、地球温暖化などの環境問題に対応するための「環境税」の導入することが提言された。本小委員会で課題となった問題点は、既存のエネルギー関連税との整合性、国際的な整合性の2点に集約される。

まず既存の関連税との関連であるが、環境税は一般にエネルギーに対して課税を行うものであるが、既にガソリン税、軽油取引税など石油関連製品等への課税が行われている。既存のエネルギー関連税はそのままに新たに環境税を賦課するのは困難であり、既存のエネルギー関連税の見直しが必要である。

また、その税収の使途に関しても考慮する必要

がある。図表3に示すように現在石油諸税の税収の80%以上は道路財源として使われているが、道路を建設することは逆に環境を悪化させるとも言える。海外で導入されている環境税のように、他

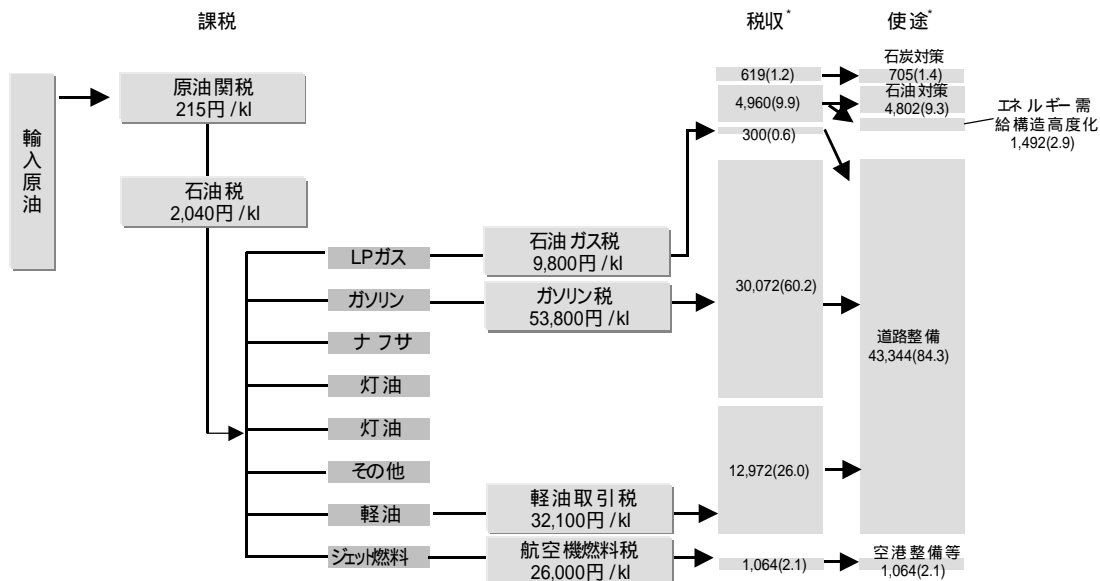
の税を軽減することにより環境税の税収分を相殺するのか、環境関連への目的税化するのか議論が必要である。最終的には、特定財源の見直しも必要になる可能性がある。

図表2 各国の環境税パッケージの比較

	税収の還流					優 遇 策		
	一般会計	企業の社会 保障負担軽減	法人税 軽減	所得税 軽減	新エネ・ 省エネ補助	エネルギー 多消費産業	政府との省 エネ協定を 条件に優遇	その他
オランダ						大規模エネルギー消費者（年間天然ガス170,000m <sup>3</sup> 、電力50,000kWh以上）は対象外		温室園芸産業の天然ガス使用量に対しては免税
スウェーデン								バイオマス、CHPの熱部分は税額を半減
フィンランド								風力、木、木ベースの年燃料による発電、及び小水力、小規模なビート発電は免税。
ノルウェー						セメント産業は免税。紙・パルプ及び魚油産業は減税。		
デンマーク								空海運輸のためのエネルギー使用。列車、バス等の集団乗物。御っ界で採掘される原油のうち国外で使用されるもの。
イギリス								

（資料）各種資料より富士通総研作成

図表3 石油諸税の税収と使途（1999年度予算）



\*単位は億円、( )内は%を示す。

また、日本では既に温暖化対策のために以下のような対応を行っている。

図表4 日本の温暖化対策（需要サイド）

		対 策 名	省エネ量 (原油換算万 kl)	施策の概要
需 要 面	産 業	経団連の自主行動計画等に基づく措置	1,810	経団連の自主行動計画に加え、高性能工業炉の導入等の追加措置
		中堅工場等における省エネルギー	150	中堅工場のエネルギー使用の合理化の推進
		今後の技術開発	140	2010年度までに完成し、ある程度の普及が見込まれるもの（高性能ボイラー等）
		省エネルギー法改正	-	エネルギー使用合理化に関する将来計画の提出や、公表、命令等の措置による省エネを徹底
		自主行動計画のフォローアップ	-	産構審、総合エネ調等による合同小委員会対策の進捗状況をフォローアップ
		小 計	2,100	
	民 生	機器の効率改善	450	家電・OA 機器等の省エネ基準にトップランナー方式の考え方を導入
		住宅・建築物の省エネルギー性能の向上等	870	住宅・建築物の省エネ基準を強化
		今後の技術開発	110	超低消費電力型液晶ディスプレイ、高効率照明等
		国民のライフスタイルの抜本的変革	310	冷暖房の温度、電化製品の使い方の工夫等、広報の強化
		小 計	1,740	
	運 輸	自動車燃費の改善強化	450	自動車の燃費基準にトップランナー方式の考え方を導入
		クリーンエネルギー自動車の普及促進	80	電気自動車・ハイブリッド自動車、天然ガス自動車等の普及を促進
		個別輸送機関の燃費改善	80	船舶、鉄道、航空機の燃費の改善
		今後の技術開発	40	リチウム電池搭載型の電気自動車等の開発
		物流の効率化	340	自動車輸送の効率化、鉄道、内海海運の推進等
		交通対策	400	モーダルシフト、ITS（高度道路交通システム）
		テレワークの推進	150	情報通信を活用した在宅勤務、サテライトオフィス勤務等
		国民に対する啓発活動	190	広報の強化等
		小 計	1,730	
	合 計		5,600	

図表5 日本における温暖化対策（供給サイド）

		対 策 名	導入量	施策の概要
供 給 面	原子力	国民の理解を得るための活動強化	4,800億 kWh	情報公開の充実、マスメディアによる情報提供、エネルギー教育への働きかけの強化 等
		立地地域との真の共生	6,600～7,000 万 kW	電源三法交付金制度の弾力的運用・統合、若年層の雇用機会の創出 等
		バックエンド対策及び使用済燃料貯蔵対策		高レベル放射能廃棄物処分、使用済燃料の中間貯蔵事業に要する制度整備
	新エネ等	新エネルギー法に基づく措置等	1,910万 kl	新エネ利用等を行う事業者に対する財政・金融上の支援措置
		規制緩和等		余剰電力購入メニューの一層の活用、既存電力系統との連系の円滑化 等
	化石	石炭火力の抑制		

## ・日本での環境税導入による影響の定量的評価

### 1. モデルの解説

本研究では、環境税導入による経済の影響を評価する際に、豪・ニューサウスウェールズ大学の Truong 氏が開発した GTAP-E を参考にモデル構築を行った。GTAP-E は、GTAP モデル及び GTAP4 のデータベースを基にしている。図表 6 の示すように従来の GTAP モデルにおいては、エネルギー間での代替及びエネルギーとプライマリーファクター（土地、労働力等）間での代替は考慮されていない。そのため、炭素税を導入した際にも石炭からガスといった炭素含有量の低いエネルギーへのシフトが生じず、炭素税の影響を評価するうえでは問題が生じる。そのため、GTAP-E では図表 7、図表 8 に示すように、燃料間での代替を考慮している。

今回用いている GTAP-E では、以下の仮定を用いている。

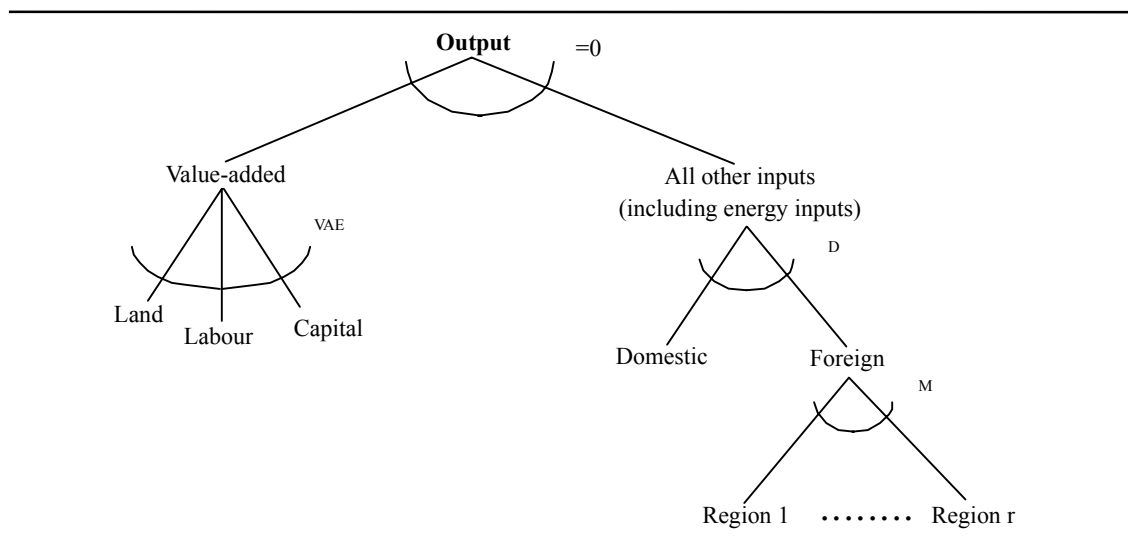
- ・すべての一次エネルギーに対してその炭素含有量に比例して炭素税を課税するものとする。すべてのエネルギー使用者に対して均一な炭

素税を課税する。

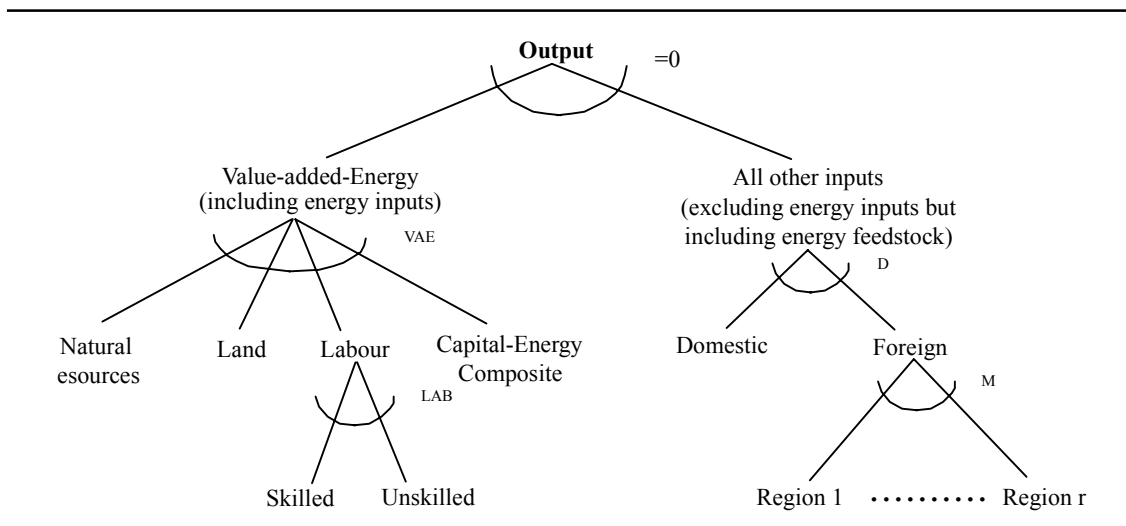
- ・生産要素（資本、労働、土地）は、各国・地域ごとにその総量が固定されており、1つの地域内における産業間では移動するものの、地域を越えた移動はしない。
- ・資本の蓄積による動的な所得効果は含まれない。
- ・完全競争市場を仮定しており、規模に対する収穫は一定である。更に、同一財について、生産地の相違によって、代替が不完全である。

更に、炭素税導入の効果を評価するうえで、以下の点に関しても留意する必要がある。元来、炭素税導入の目的はエネルギー多消費製品の輸入増大による国内でのエネルギー消費の減少を目指したものでなく、よりクリーンな（炭素含有量の少ない）エネルギーへのシフト、新エネや高効率機器の開発の促進を目的とした。しかし、今回のシミュレーションでは、二酸化炭素削減は、輸入の増大による生産の減少に伴うエネルギー消費の減少、炭素含有量の低い燃料へのシフトのみを考慮している。また、燃料シフトに関して化石燃料のみを対象としているため、新エネルギーへのシフトは考慮していない。

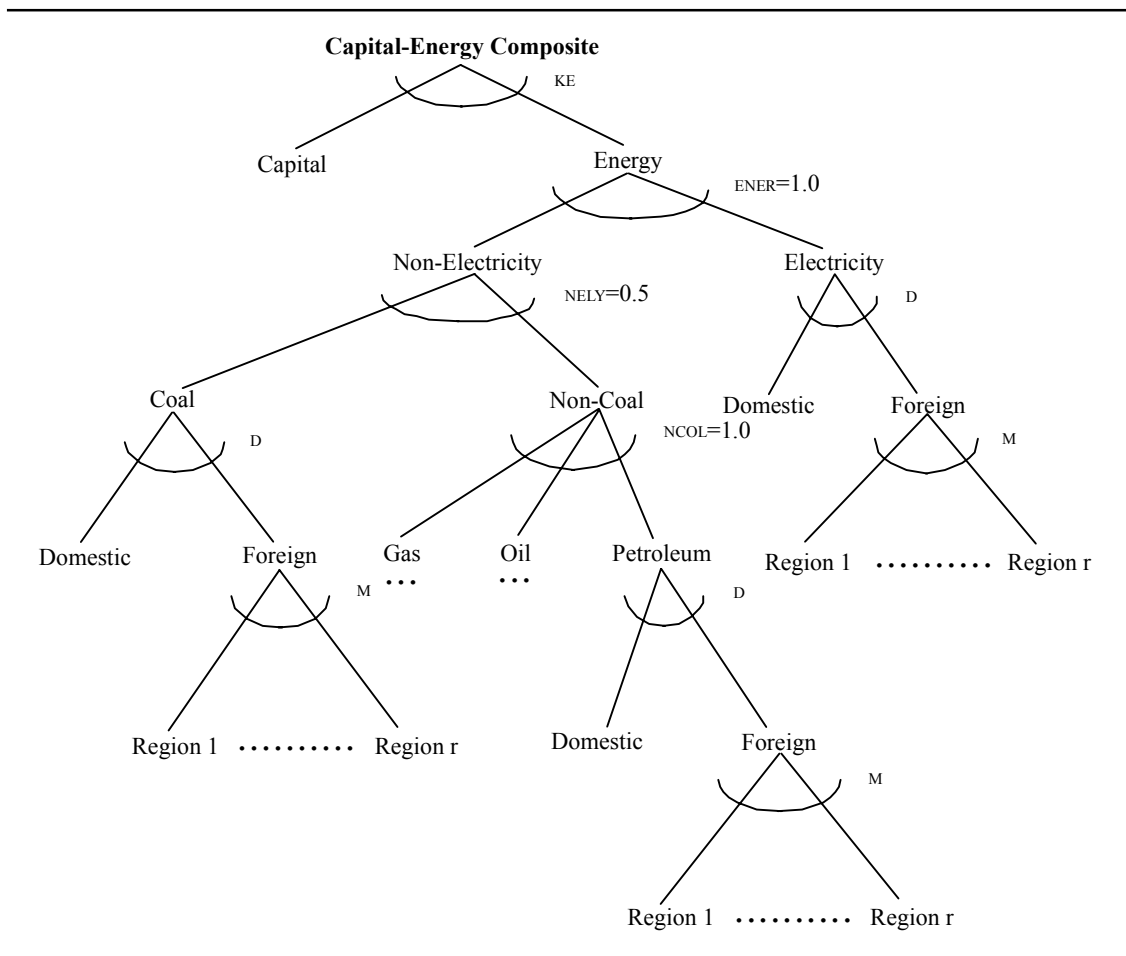
図表 6 Standard GTAP Production Structure



圖表 7 GTAP-E Production Structure



圖表 8 GTAP-E Capital-Energy Composite Structure





今回は、図表9、図表10に示すように、世界を8つの国・地域に、産業を10部門に分類し、シミュレーションを行った。

既に仮定で述べたように、本モデルではすべての一次エネルギーに対してその炭素含有量に比例して炭素税を課税するものとする。すべてのエネルギー使用者に対して均一な炭素税を課税する。

モデル内では以下のように、取り扱う。

$$t(i, j, r) = \tau(r) * A(i, r)$$

$\tau(r)$  : 炭素税率 (95US\$/tonne of CO<sub>2</sub>)

$A(i, r)$  : 地域  $r$  におけるエネルギー  $i$  の平均二酸化炭素含有量

$t(i, j, r)$  : 地域  $r$  における  $j$  製造物のエネルギー  $i$  の税率変化

$r$  : 国・地域

$i$  : エネルギー

地域  $r$  における二酸化炭素の排出量は以下の式で示される。

$$X(r) = \sum_{i \in E} \kappa(i) * Q(i, r)$$

$\kappa(i)$  : エネルギー  $i$  の二酸化炭素含有量

$Q(i, r)$  : 地域  $r$  におけるエネルギー  $i$  の消費量

二酸化炭素排出量のパーセンテージ変化は以下の式で示される。

図表9 部門一覧表

Sector	Description
COL	Coal
OIL	Crude oil
GAS	Gas
P_C	Petroleum, coal products
ELY	Electricity
I_S	Ferrous metals
CRP	Chemical, rubber, plastic products
OMN	Metals nec, Mineral products nec, Paper products and publishing, Other manufacturing, Trade and transport
AGR	Agriculture, forestry and fish
SER	Commercial/public services/Dwellings

図表10 国一覧表

Region	Description
USA	United States of America
CHN	China
FSU	Former Soviet Union
JPN	Japan
IND	India
E_U	European Union
NEX	Net Energy Exporters
NEM	Net Energy Importers

E\_U : Germany, The United Kingdom, Denmark, Sweden, Finland, Rest of European Union

NEX : Australia, Indonesia, Malaysia, Viet Nam, Mexico, Venezuela, Colombia, Rest of Andean Pact, Argentina, Rest of South America, European Free Trade Area, Rest of Middle East, Rest of North Africa, South African Customs Union, Rest of Southern Africa, Rest of Sub Saharan Africa, Rest of World

NEM : New Zealand, Canada, Philippines, Singapore, Thailand, Korea, Hong Kong, Taiwan, Sri Lanka, Rest of South Asia, Central America and Caribbean, Brazil, Chile, Uruguay, Central European Associates, Turkey, Morocco

$$x(r) = \sum_{i \in E} S(i, r) * q(i, r)$$

$$S(i, r) = \kappa(i) * Q(i, r) / \sum_{i \in E} \kappa(i) * Q(i, r)$$

既に述べたように本研究では、経済への影響及び環境への影響の2つの視点より各種炭素税政策パッケージの評価を行う。経済への影響に関しては、GDP への影響、貿易への影響等に関して考察を行う。特に今回は、炭素税導入によって最も影響を受けるエネルギー多消費産業への影響（生産量、貿易等）に関して詳細に考察を行う。

今回のシミュレーションにおいては、日本の温室効果ガス削減量はモデル内において外生的に与えており、炭素税率を内生因子としている。したがって、環境への影響に関しては、炭素税を導入した国から炭素税を導入しない国への二酸化炭素のリーケージによって評価する。

二酸化炭素のリーケージは、以下のようにして算出できる。

$$x_J = \sum_{r \in J} S(r) * x(r)$$

$$x_N = \sum_{r \in N} S(r) * x(r)$$

$$x_W = \sum_{r \in W} S(r) * x(r) = x_J + x_N$$

$x(r)$  : 国・地域  $r$  における二酸化炭素削減率

$J$  : 炭素税を導入した国・地域  
 $N$  : 炭素税を導入していない国・地域  
 $W$  : 全国・地域

ここで、 $S(r)$  は全世界に対する地域  $r$  における二酸化炭素の排出量の割合を示しており、以下の式で求められる。

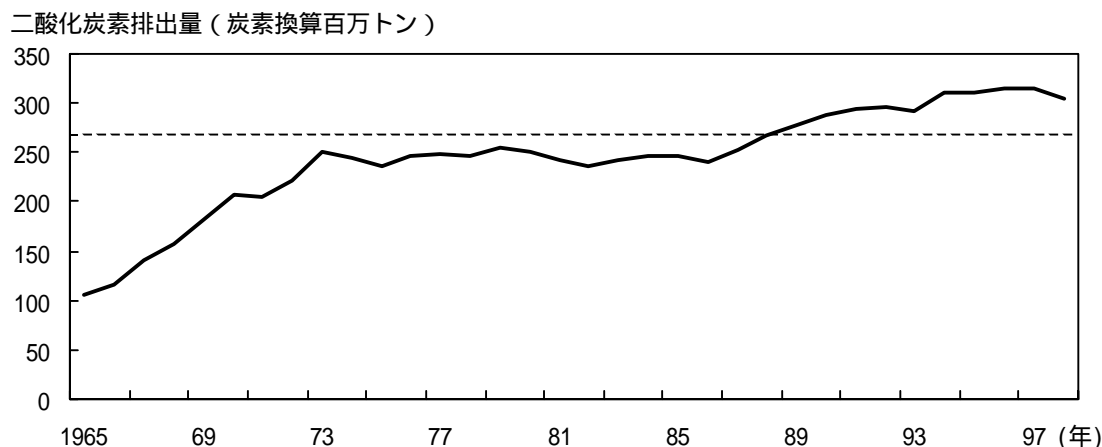
$$S(r) = \sum_{i \in E} \kappa(i) * Q(i, r) / \sum_{r \in W} \sum_{i \in E} \kappa(i) * Q(i, r)$$

炭素税を導入した国・地域以外の国・地域においては追加的な炭素税負担が生じないため、エネルギー消費量及び二酸化炭素排出量が増加する場合がある。このような他国での二酸化炭素排出量の増加をリーケージと呼ぶ。例えば日本において炭素税を導入し、二酸化炭素が削減された場合でも、リーケージが生じると、世界的規模で見た場合非効率な二酸化炭素削減策となる。今回、リーケージによる影響を評価するためにリーケージ・レート算出する。リーケージ・レートは、 $x_N / (-x_J)$  で示される。

## 2. シミュレーション設計

以下、本研究で行ったシミュレーションに関して説明する。

図表11 エネルギーに起因する二酸化炭素の排出量の推移（1965～1997）



1997年京都で開催された COP3において、日本は1990年比 6 %の温室効果ガス削減目標が設定された。今回のシミュレーションでは主要な温室効果ガスである二酸化炭素を対象とし、発生源もエネルギー使用に起因した二酸化炭素のみを取り扱う。森林などへの二酸化炭素の固定化等は考慮しない。

#### シミュレーション 1

(シミュレーション条件)

政策手段：炭素税のみ（排出権取引などは用いない。税収の還流方法は特に規定しない。）

温室効果ガス削減目標：1995年排出量を1990年比 6 %まで削減する。

#### シミュレーション 2

本シミュレーションでは、英国で導入予定の気

候変動税（Climate Change Levy）、オランダ、デンマークの炭素税と同様に、税収を企業の社会保険関連税を低減することにより還流を行う場合に関して評価を行う。

(シミュレーション条件)

政策手段：全産業を対象に、環境税の導入及び雇用主負担社会保障費の低減（11.27% 10.83%）

温室効果ガス削減目標：1995年排出量を1990年比 6 %まで削減する。

#### シミュレーション 3

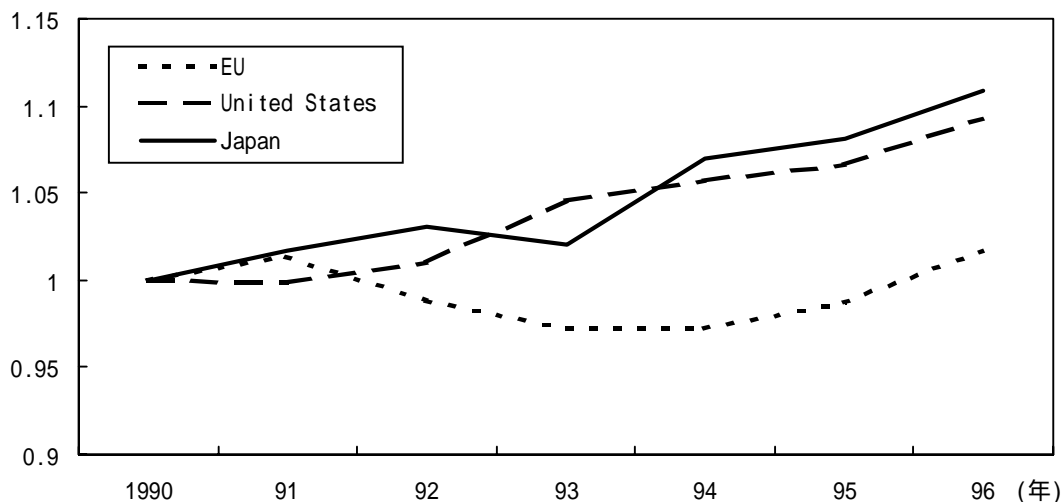
シミュレーション 2 と同様に、炭素税収は社会保障費の企業負担分の軽減に用いる。ただし、全産業を対象にするのではなく、エネルギー多消費産業（I\_S、CRP）を対象とする。

図表12 社会保険料率（1999年 4 月）

保険料率	うち本人負担	うち事業主負担	内 訳
22.16%	10.89%	11.27%	医療保険（政管健保） 7.43% （標準報酬月額分8.5%、ボーナス分0.8%） 年金保険（厚生年金） 13.58% （標準報酬月額分17.35%、ボーナス分 1 %） 雇用保険 1.15%

(出典) 厚生省資料

図表13 附属国におけるエネルギー消費に起因した二酸化炭素排出量の変化（1990年 = 1）



(シミュレーション条件)

政策手段：エネルギー多消費産業を対象に、環境税の導入及び雇用主負担社会保障費の低減 (11.27% 1.43%)

温室効果ガス削減目標：1995年排出量を1990年比 6%まで削減する。

シミュレーション 4

本シミュレーションではシミュレーション 1、2 及び 3 とは異なり、京都議定書の附属国に対して京都議定書で定められた温室効果ガス削減目標を達成するように、炭素税を導入した場合を想定する。

図表13は、附属国におけるエネルギー消費に起因した二酸化炭素排出量の推移を示している。1995年における京都議定書での温室効果ガス削減目標 (1990年比、日本は 6%、米国は 7%、EU は 8%の削減) を達成するために炭素税を導入するとする。1995年比では、日本は13.1%、米国は 12.7%、EU は6.8%削減するとする。

(シミュレーション条件)

政策手段：炭素税のみ (排出権取引などは用いない。税収の還流方法は特に規定しない。)

温室効果ガス削減目標：1995年排出量を1990年比 日本は 6%、米国は 7%、EU は 8%

### 3. シミュレーション結果

#### (1) 環境税導入の影響

まず、環境税導入による基本的な影響を把握するため、基準ケースとしてシミュレーション 1 の結果を示す。

#### 環境税

削減目標を達成するために必要な環境税は、11.02US\$/CO<sub>2</sub>-tonne となる。

#### 経済への影響

シミュレーションによる経済厚生への影響を以下に示す。

日本へは GDP 比で -0.07%で、日本以外では、エネルギー純輸出国 (NEX) は -0.04%の影響を受ける。他に負の影響を受けるのは、中国、旧ソ連で -0.01%低下する。最もメリットを受けるのは EU で0.03%増加する。

次に産業別の影響を評価する。図表15は、各産業における生産量の変化を示している。図表15に示すように、炭素税導入によるウイナーはガス部門 (GAS) のみであり、炭素税導入によって5.29%生産量が増加する。最も被害の大きな産業は、石油・石炭製品部門 (P\_C) であり、生産量が2.86%減少する。代表的なエネルギー多消費産業である製鉄部門 (I\_S)、化学・ゴム・プラスチック製品

図表14 経済厚生への影響

(単位：百万ドル(1995))

	ALLOC	UINC	TOT	CGDS	Total	GDP 比
1 JPN	-4406.04	-2.649	1113.918	-66.062	-3360.83	-0.07%
2 CHN	-13.929	-0.023	-56.891	-12.212	-83.055	-0.01%
3 IND	24.202	2	21.758	1.334	49.293	0.01%
4 USA	71.572	1.387	9.367	36.611	118.937	0.00%
5 E_U	1885.932	64.316	303.886	-1.915	2252.218	0.03%
6 FSU	2.968	-0.365	-71.039	-1.238	-69.674	-0.01%
7 NEX	-44.491	-12.461	-1415.51	8.266	-1464.2	-0.04%
8 NEM	89.034	2.29	93.415	35.267	220.006	0.01%
Total	-2390.75	54.493	-1.099	0.049	-2337.31	-0.01%

(注) 1. ALLOC: Allocative efficiency effect, UINC: Marginal utility of income, TOT: Terms of trade, CGDS: Capital goods effect

2. 経済厚生分解に関しては、Karen M. Huff, Thomas W/ Hertel, Decomposing Welfare Change, GTAP Technical Paper No.5 参照。

部門（CRP）もそれぞれ0.49％、0.32％生産量が減少する。

図表15 各産業別生産量影響

（単位：％変化）

Winner		Loser	
GAS	5.29	P_C	-2.86
		COL	-0.7
		I_S	-0.49
		CRP	-0.32
		OIL	-0.25
		ELY	-0.16
		OMN	-0.16
		AGR	-0.15
		SER	-0.04

続いて炭素税導入による貿易への影響に関して評価を行う。図表16は、金額ベースでの輸出から輸入を引いた正味輸出量の変化を示している。石炭、オイル、ガス、石油製品といったエネルギー部門での正味の輸出量は増加している。そのため、エネルギー純輸出国（NEX）、米国、EUのエネルギー関連の正味輸出量は減少している。

一方、製鉄業（I\_S）、化学・ゴム・プラスチック製品産業（CRP）、その他製造業（OMN）における正味輸出量は減少している。

図表17は日本からの分野別輸出量変化、図表18は日本への分野別輸入量変化を示している。日本の主要な輸出産業である製鉄業（I\_S）、化学・ゴム・プラスチック製品産業（CRP）、その他製造

図表16 産業別輸出入変化（輸出 - 輸入）

（単位：百万ドル(1995)）

	JPN	CHN	IND	USA	E_U	FSU	NEX	NEM
COL	1,494.60	-121.75	-10.59	-301.79	-48.53	-61.66	-689.22	-48.48
OIL	849.26	-65.71	6.54	-105.35	6.97	-89.73	-684.00	104.05
GAS	740.09	0.00	0.00	-28.38	-37.08	-17.23	-618.63	-5.13
P_C	904.56	0.04	-9.21	-18.51	-12.89	-10.97	-662.91	-143.02
ELY	0.00	0.44	-0.05	-2.77	-26.94	1.98	26.61	0.74
I_S	-557.28	59.71	5.79	33.78	115.48	72.04	130.88	139.56
CRP	-395.75	15.12	2.68	77.22	103.23	19.52	150.28	15.71
OMN	-2,962.84	102.76	15.70	321.87	120.34	71.11	2,017.67	15.93
AGR	2.35	-4.78	-3.33	17.34	-12.16	0.22	24.57	-30.05
SER	6.92	-1.13	-1.89	10.23	-113.29	4.94	143.09	-48.87

図表17 産業別輸出量変化

（単位：％変化）

	CHN	IND	USA	E_U	FSU	NEX	NEM
COL	-2.101	-1.771	-1.362	-0.65	2.044	-3.486	-2.183
OIL	4.206	4.105	4.11	4.769	4.908	3.894	3.823
GAS	-20.707	-21.402	-20.971	-21.124	-21.047	-22.1	-20.997
P_C	-2.156	-2.352	-2.303	-2.198	-2.294	-2.349	-2.245
ELY	-0.856	-0.671	-0.74	-0.395	-1.152	-0.669	-0.786
I_S	-2.92	-3.577	-3.644	-3.903	-3.831	-3.594	-3.215
CRP	-1.157	-1.224	-1.223	-1.258	-1.407	-1.264	-1.139
OMN	-0.622	-0.716	-0.713	-0.722	-0.799	-0.788	-0.644
AGR	-0.323	-0.278	-0.353	-0.325	-0.318	-0.352	-0.273
SER	-0.092	-0.084	-0.095	-0.072	-0.119	-0.201	-0.07

業（OMN）においてすべての国に対して輸出が減少する一方、輸入量は減少している。特に製鉄分野での、輸出の減少・輸入の増加が顕著である。

## 二酸化炭素削減効果

図表19に、各国・地域における二酸化炭素排出量の変化を示している。炭素税を導入した日本以外の全ての国地域で二酸化炭素排出量は増加している。ただし、全世界の二酸化炭素排出量は、21,113百万トンから21,034百万トンへと削減される。また、二酸化炭素削減の効率性を示すリーケージ・レート  $x_N / (-x_J)$  は、0.48となり日本における二酸化炭素削減の半分程度しか全世界での排出量削減に寄与していないと結論づけることができる。二酸化炭素のリーケージが生じる原因とし

ては、日本での I\_S ・ CRP 産業等のエネルギー多消費産業の EU、旧ソ連、中国への生産の移転が考えられる。

## 4 . 考察

以上のシミュレーション結果より考察を行う。

### (1) 税収の還流による経済厚生への影響

#### 経済的影響

炭素税の税収還流による日本経済への影響に関して評価を行う。まずは、税収の還流方法に関して規定しないシミュレーション1と税収を社会保障費の企業負担分の軽減に用いた場合のシミュレーション2の比較を行う。シミュレーション1及びシミュレーション2の経済厚生の変化をそれぞ

図表18 産業別輸入量変化

(単位：％変化)

	CHN	IND	USA	E_U	FSU	NEX	NEM
COL	-28.691	-30.131	-29.384	-29.421	-27.839	-21.694	-28.902
OIL	-3.625	-2.693	-3.814	-2.789	-2.819	-2.513	-3.333
GAS	-16.257	-16.257	-16.319	-16.357	-16.086	-15.002	-16.326
P_C	-12.341	-12.08	-12.29	-12.463	-12.636	-12.386	-12.414
ELY	4.96	4.212	4.311	4.037	5.103	4.849	4.472
I_S	1.237	1.289	1.261	1.394	1.623	1.574	1.28
CRP	0.316	0.331	0.306	0.298	0.425	0.415	0.252
OMN	0.149	0.177	0.189	0.16	0.282	0.416	0.117
AGR	-0.079	-0.162	-0.006	-0.04	-0.049	-0.004	-0.099
SER	-0.106	-0.127	-0.087	-0.126	-0.028	0.09	-0.136

図表19 各国・地域における二酸化炭素排出量変化

(単位：二酸化炭素（百万トン）)

	削減量	%Change	排出量	
			導入前	導入後
JPN	-151.51	-13.30	1,139	988
CHN	15.07	0.51	2,978	2,993
IND	0.38	0.05	776	776
USA	13.31	0.26	5,119	5,133
E_U	11.55	0.36	3,173	3,185
FSU	7.99	0.35	2,263	2,271
NEX	15.42	0.46	3,345	3,360
NEM	8.72	0.38	2,319	2,328
Total	-	-	21,113	21,034

れ図表20、21に示している。日本に注目すると、経済厚生の一トータルに関してはあまり大きな変化はない。ただし、シミュレーション2において交易条件（TOT）の変化による経済厚生の増加幅が減少している。一方、資本移動（CGDS）に関してはシミュレーション2においてはシミュレーション1の負から正へと変化している。

とはいえ、全体の経済厚生は生産配置変化の効果（ALLOC）が決定的な要因となっている。シミュレーション1及び2を比較すると生産配置の変化はあまり大きな変化はない。その原因としては、図表22に示すように税収を社会保障費の企業負担分削減という形で還流しても各国の生産量変化には影響を与えず、生産配置変化の効果にも変化を与えない。以上より、炭素税の税収を社会保障費の企業負担分として平等に還流させることは、炭素税の導入による経済厚生の悪化を改善するう

えであり効果的であると言えない。

シミュレーション1の結果を見ても明らかなように、我が国エネルギー多消費産業における生産量の減少、つまりエネルギー多消費産業の我が国から中国、旧ソ連等への生産配置の移転が炭素税導入による我が国の経済厚生の悪化を生じさせている。したがってエネルギー多消費産業の保護策として、炭素税による税収をすべてエネルギー多消費産業の社会保障費の企業負担分の軽減に使うという極端なケースについてシミュレーションを行った。その結果を、シミュレーション3として図表22に示す。

シミュレーション1とシミュレーション3を比較すると、シミュレーション3の経済厚生は、シミュレーション1と比較して800百万ドル以上悪化している。この原因として生産配置変化（ALLOC）の影響が指摘できる。

図表20 経済厚生変化（シミュレーション1）

（百万ドル（1995））

	ALLOC	UINC	TOT	CGDS	Total
1 JPN	-4,406	-3	1,114	-66	-3,361
2 CHN	-14	0	-57	-12	-83
3 IND	24	2	22	1	49
4 USA	72	1	9	37	119
5 E_U	1,886	64	304	-2	2,252
6 FSU	3	0	-71	-1	-70
7 NEX	-44	-12	-1,416	8	-1,464
8 NEM	89	2	93	35	220
Total	-2,391	54	-1	0	-2,337

図表21 経済厚生変化（シミュレーション2）

（百万ドル（1995））

	ALLOC	UINC	TOT	CGDS	Total
1 JPN	-4,417	-3	296	753	-3,371
2 CHN	-14	0	-571	501	-83
3 IND	24	2	54	-31	49
4 USA	72	1	1,478	-1,432	119
5 E_U	1,887	64	7	295	2,254
6 FSU	3	0	-322	250	-70
7 NEX	-44	-12	-1,971	563	-1,465
8 NEM	89	2	1,028	-899	220
Total	-2,400	55	-1	0	-2,346

以下、生産配置変化の影響に関し検討を行う。  
シミュレーション3の当初の目的であるエネルギー多消費産業の生産量減少の改善に関しては、図表23に示すように、シミュレーション1に比べ明らかに改善されている。ただし、炭素税税収の過度なエネルギー多消費産業への集中により、税収の還流を受けないその他の産業においては、生産量は悪化している。このことより、エネルギー多消費産業への過度な優遇策はエネルギー多消費産

業の改善には結びつくが、産業全体で見た場合経済厚生を引き下げる結果となる。

#### 環境影響

既に述べたように、今回のシミュレーションでは二酸化炭素排出削減量は外生因子として取り扱っているため、各炭素税パッケージの環境評価は世界規模での二酸化炭素削減効率で評価する。図表25にあるように、日本のみ炭素税を導入した場合を想定したシミュレーション1～3の比較を行

図表22 経済厚生変化（シミュレーション3）

（百万ドル（1995））

	ALLOC	UINC	TOT	CGDS	Total
1 JPN	-4,767	-3	708	-108	-4,170
2 CHN	-20	0	-12	34	2
3 IND	28	2	34	1	65
4 USA	86	2	120	-48	159
5 E_U	1,869	65	272	44	2,250
6 FSU	-4	-1	-116	26	-94
7 NEX	-12	-12	-1,436	61	-1,399
8 NEM	112	5	429	-11	535
Total	-2,709	59	-1	0	-2,651

図表23 産業の生産量変化

（%変化）

	JPN	CHN	IND	USA	E_U	FSU	NEX	NEM
シミュレーション1								
I_S	-0.49	0.18	0.1	0.06	0.09	0.44	0.28	0.26
CRP	-0.32	0.06	0.05	0.03	0.04	0.08	0.09	0.04
OMN	-0.16	0.03	0.03	0.01	0.02	0.03	0.08	0.01
AGR	-0.15	0	0.01	0.02	0.01	0.02	0.03	0
SER	-0.04	0	0.01	0	0.01	0	-0.01	0
シミュレーション3								
I_S	0.24	-0.22	-0.14	-0.1	-0.09	-0.15	-0.08	-0.32
CRP	0.69	-0.16	-0.1	-0.14	-0.15	-0.05	-0.12	-0.22
OMN	-0.29	0.08	0.04	0.03	0.04	0.07	0.11	0.05
AGR	-0.27	0.02	0.01	0.03	0.03	0.05	0.04	0.01
SER	-0.1	0	0.01	0	0.01	0	-0.01	0.01

図表24 二酸化炭素リーケージ・レート比較

（シミュレーション1，2，3）

	リーケージ・レート
シミュレーション1	0.478
シミュレーション2	0.479
シミュレーション3	0.453



う。シミュレーション1とシミュレーション2の違いは非常に小さなものであるが、シミュレーション3のケースは、他の2ケースと比較して二酸化炭素リーケージ・レートが低く、世界規模で考えた場合、シミュレーション3が最も二酸化炭素の削減効果が高いと言える。この原因は、先ほどの経済的影響の考察より明かなように、炭素税の収収をエネルギー多消費産業へ社会保障費負担の軽減として還流することにより、エネルギー多消費産業の日本から海外への生産拠点の移転が抑制された結果である。

(2) すべての付属国が温室効果ガス削減目標を達成する場合

次に、京都議定書において温室効果ガス排出削減の対象となった付属国（JPN, USA, E\_U）のす

べての国が、同様に削減目標達成のために環境税を導入した場合について考察する。具体的には、日本のみ導入（シミュレーション1）と附属国すべてで導入（シミュレーション4）の2ケースの結果を比較する。図表26に示すように、経済厚生への影響はあまり大きくない。

図表26は、各国の産業別生産量変化を示している。シミュレーション1とシミュレーション4での日本産業への影響の違いは軽微である。ただし、EUは環境税導入によって、エネルギー多消費産業において日本と同程度の生産量の減少が生じる。一方、非附属国においては、シミュレーション1と比較してシミュレーション4では、エネルギー多消費産業を中心に生産量が増大する。以上より、附属国への炭素税導入により非附属国へエネルギー

図表25 経済厚生変化（シミュレーション4）

（百万ドル（1995））

	ALLOC	UINC	TOT	CGDS	Total
1 JPN	-4,441	-3	1,305	-107	-3,246
2 CHN	-6	0	-59	-33	-98
3 IND	37	3	26	2	69
4 USA	164	2	-108	84	143
5 E_U	-4,069	-109	1,089	-14	-3,103
6 FSU	-18	-1	-202	4	-217
7 NEX	-90	-20	-2,175	-10	-2,294
8 NEM	151	4	120	74	348
Total	-8,272	-124	-2	0	-8,398

図表26 各国の産業別生産量変化（シミュレーション1，4）

（%変化）

	JPN	CHN	IND	USA	E_U	FSU	NEX	NEM
シミュレーション1								
I_S	-0.49	0.18	0.1	0.06	0.09	0.44	0.28	0.26
CRP	-0.32	0.06	0.05	0.03	0.04	0.08	0.09	0.04
OMN	-0.16	0.03	0.03	0.01	0.02	0.03	0.08	0.01
AGR	-0.15	0	0.01	0.02	0.01	0.02	0.03	0
SER	-0.04	0	0.01	0	0.01	0	-0.01	0
シミュレーション4								
I_S	-0.48	0.24	0.25	0.17	-0.47	1.26	0.57	0.52
CRP	-0.31	0.13	0.12	0.12	-0.27	0.38	0.21	0.13
OMN	-0.17	0.04	0.04	0.03	-0.08	0.12	0.1	0.02
AGR	-0.16	0.01	0.01	0.05	-0.08	0.07	0.04	0
SER	-0.04	0	0.01	0	-0.01	-0.01	-0.02	0

ー多消費産業の生産拠点が移動することが証明される。ただし、米国のみは附属国の中では例外的に炭素税を導入により、生産量が増大している。これについては、追加的な研究が必要である。

#### 環境影響

次に、附属国において炭素税を導入したケースについて比較を行う。シミュレーション1とシミュレーション4では、対象地域が異なるためリーケージ・レート算出の際の分母にくる二酸化炭素の排出量が異なる。そのため、シミュレーション1とシミュレーション4は直接比較ができない。しかし、すべての国において京都議定書の排出削減目標を満たすことによりリーケージ・レートが低減することは、この結果より明らかであり、附属国による京都議定書の批准の必要性が確認できる。

図表27 二酸化炭素リーケージ・レート比較  
(シミュレーション1、4)

	リーケージ・レート
シミュレーション1	0.478
シミュレーション4	0.0929

#### ．結論及び温室効果ガス削減ための政策提言

以上の結果をまとめると、以下のように結論づける事ができる。

- ・既に高度に省エネ対策が進んだ日本において、排出削減目標を達成することは非常に困難なものである。特に、代表的なエネルギー多消費産業である製鉄部門や化学・ゴム・プラスチック製品部門への影響は深刻なものである。これらの産業は、日本の主要な輸出品の一つであるため、国際競争力の低下による輸出量の減少、輸入量の増加が生じる。
- ・環境的側面からは、エネルギー多消費産業への

対応がなければ、エネルギー多消費産業の他国への移転が進む結果となり、日本国内において二酸化炭素の削減が達成されても、二酸化炭素のリーケージが生じ、世界規模で見た場合の温室効果ガス削減効果は薄れる。

- ・ただし、エネルギー多消費産業への税収の過度の還流は、他の産業への経済的負担を押し付ける形になり、日本全体で考えた場合炭素税導入による経済への影響はより深刻化する。
- ・日本国内のみならず附属国すべてに対して温室効果ガス削減目標達成のための炭素税導入を行っても、附属国から温室効果ガス削減の義務の生じない非附属国へ、エネルギー多消費産業の生産拠点が移転することになる。したがって附属国において温室効果ガス削減が達成されても、附属国の経済に大きな影響を与えるのみならず、世界規模で見た場合、リーケージにより温室効果ガス削減効果は薄い。したがって、非附属国を含めた温室効果ガス削減の枠組作りが必要である。

#### ．今後の課題

- ・今回は、既存のエネルギー関連税に付加的に炭素税を課税する方式を取ったが、既存のエネルギー関連税の税収の用途は、道路財源など温暖化対策に直接結びつくとは限らず、エネルギー政策の柱である3Eに直接結びつかない。最終的には特別会計の効果の再評価を行う必要がある。
- ・今回の二酸化炭素の削減手段としては、燃料転換、生産量の減少、それに伴う輸入の増加のみを考慮し、技術進歩、新エネルギーの普及に関しては考慮していない。新エネルギー普及策、省エネ・新エネ等技術開発支援策による温室効果ガス排出抑制の推進による効果も評価する必要がある。

- ・今回はデータ上の制約により、附属国として日本、米国、EU のみを対象とした。今後データベースの充実により、実際に則したシミュレーションを行う必要がある。
- ・また、今回は温室効果ガスの起源としてエネルギー消費によって発生する二酸化炭素のみを対象としたが、京都議定書においては、アセメントの生産段階などエネルギー起源以外で発生する二酸化炭素及びその他メタンなど 6 ガスが対象となっている。すべての対象ガスを含むようなモデルの作成が必要である。
- ・今回は、1995年データからの1990年比 6 %削減目標達成に関してシミュレーションを行ったが、実際には2010年での BAU (対策無し) シナリオからの1990年比 6 %削減に関してシミュレーションを行う必要がある。今後の経済成長率にもよるが、実際には今回のシミュレーション以上の温室効果ガスの削減が必要となり、削減目標達成のための炭素税も高税なものになる可能性がある。
- ・今回シミュレーションに用いた GTAP-E の特性上、税収の還流は外生的にしか取り扱うことができないため、厳密的には税制中立ではない。税収還流を盛り込んだモデル設計が必要である。

#### 【参考文献】

- 飯野靖四 (1996) 「スウェーデンの環境政策 (経済的手段)」1996年89巻3号157～185ページ。
- 石弘光 (1997) 「パズ課税・グズ減税 炭素税導入への条件整備」(『日本経済研究センター会報』1997年12月1日号、4～9ページ)
- 伊藤浩吉 (1992) 「How to Access the Economic Effects of Steps to Reduce CO<sub>2</sub> Emissions in Macro-Economic Models and Examples of Trial Calculations」(『Global Warming and Economic Growth』)
- 植田和弘 (1997) 「炭素税軸に政策の総合的組み合わせを」(『日本経済研究センター会報』1997年11月15日号。環境庁地球温暖化経済システム検討会 (1996) 『地球温暖化経済システム検討会中間報告書 (第3回報告)』)
- 環境庁 (2000) 『「経済的手法の活用を中心とした環境保全に関する意識調査」の調査結果』
- 環境庁企画調整局企画調整課調査企画室 (1997) 「地球温暖化対策と環境税」
- 黒田昌裕・桜本光・河井啓希 (1987) 「エネルギー価格変化と資料配分」(『三田商学研究』30巻3号、1～31ページ)
- 黒田昌裕・野村浩二 (1998) 「環境政策の一般均衡分析」(『三田商学研究』41巻4号、27～54ページ)
- 経済企画庁経済研究所 (1997) 「経済分析第153号」
- 国立環境研究所 (1994) 『技術選択を考慮したわが国の二酸化炭素排出量の予測モデルの開発』
- 後藤 則之 (1992) 「Macro-Economic Costs of CO<sub>2</sub> Emissions Control Policies in Japan」(『Global Warming and Economic Growth』)
- 後藤則之 (1995) 「CO<sub>2</sub>排出量安定化のマクロおよび部門別経済的影響分析」(『金沢大学経済論集』第32号、47～75ページ)
- 篠井保彦 (1999) 「炭素税導入の効果 - JIDEA モデルによるシミュレーション - 」(『産業関連』第8巻4号、32～37ページ)
- 田村担之・保手浜勝・富山伸司・鳩野逸生 (1999) 「二酸化炭素排出抑制を目的とした炭素税とエネルギー税のシステム分析」(『システム制御情報学会論文誌』第12巻3号、184～190ページ)
- 電力中央研究所 (1991) 「課徴金による CO<sub>2</sub>抑制効果と経済的影響の分析」(『電力中央研究所報告』研究報告 Y91002)
- 伴金美 (1994) 「エネルギー価格と企業の生産要素需要 - 日本の製造業による時系列分析 - 」(『大阪大学経済学』第34巻2.3号、180～188ページ)
- 伴金美 (1998) 「炭素税導入のシナリオ分析」(『経済分析』1998年3月)

- 伴金美 (1992) 「An Econometric Approach to CO<sub>2</sub> Emissions in Japan」(『Global Warming and Economic Growth』)
- 日引聡 (1996) 「炭素税導入が日本経済へ及ぼす影響についてのシミュレーション分析」(『計画行政』19巻4号、71～81ページ)
- 日引聡 (1997) 「CO<sub>2</sub>排出抑制のための経済的手段の有効性と炭素税導入の効果」(『日本エネルギー学会誌』第76巻第11号、1,047～1,053ページ)
- 日引聡 (1999) 「炭素税の機能と温暖化防止のための政策パッケージのあり方」(『PETROTECH』第22巻第1号、16～21ページ)
- 森俊介 (1992) 「An Energy/Economy Model for the Evaluation of Energy Technologies and Policy Option in Japan」(『Global Warming and Economic Growth』)
- 森俊介・荒川文生 (1992) 「我が国のエネルギーと環境のセキュリティ評価モデル」(『電力・エネルギー部門誌』112巻12号、1,056～1,068ページ)
- 山地憲治 (1992) 「A Simulation Study on Carbon Tax With “Forecast 21”」(『Global Warming and Economic Growth』)
- EC (European Commission) (1998), *Database on Environmental Taxes and Charges, Norway 1998*, Office for Official Publications of the European Communities: Luxembourg.
- Ministry of Finance (2000), *Taxation in the Netherlands: Environmental Taxes: Fuel Tax*,  
<http://www.minfin.nl/uk/taxation/taxneth/81.htm>,  
*Taxation in the Netherlands : TOC4 : Income Tax*,  
<http://www.minfin.nl/uk/taxation/taxneth/4.htm>.
- Ministry of Housing, Spatial Planning, and the Environment,  
*The Netherlands' Environmental Tax on Fuels*,  
<http://www.minvrom.nl/minvrom/pagina.html>  
 (1996), *The Netherlands' Environmental Tax on Fuels, Questions and Answers., The Netherlands' Environmental Tax on Groundwater*,  
<http://www.minvrom.nl/minvrom/pagina.html>,  
*The Netherlands' Environmental Tax on Waste*,  
<http://www.minvrom.nl/minvrom/pagina.html>,  
*The Netherlands' Environmental Tax on Water Supply*,  
<http://www.minvrom.nl/minvrom/pagina.html>  
 (1996), *The Netherlands' Regulatory Tax on Energy, Questions and Answers., The Regulatory Energy Tax in the Netherlands*,  
<http://www.minvrom.nl/minvrom/pagina.html?id=1332>  
 EC (European Commission) (1998), *Database on Environmental Taxes and Charges, Finland 1998*, Office for Official Publications of the European Communities: Luxembourg.
- Ministry of Finance (1999), *Taxation in Finland 1999*, Helsinki.
- Ministry of the Environment (1999), *Economic Instruments in Finnish Environmental Policy*,  
<http://www.vyh.fi/eng/environ/econinst/ecotax.html>
- Ministry of Trade and Industry (2000), *Annual Report 1999., Country: Finland*,  
<http://www.iea.org/pubs/studies/files/danish/DAN2/26-dan2.htm>,  
*Finland & Energy, the Challenges Facing Finland's Energy Policy*,  
<http://www.vn.fi/ktm/eng/3/esite/energypolicy.html>,  
*Skill and Fair Play-an Active and Responsible Finland*,  
<http://www.vn.fi/vn/english/publicat/futures/ympairs.html>
- OECD, *Earmarking of Environmentally Related Taxes in Finland*,  
[http://www.oecd.../Earmarking.ASP?L\\_Country=Finland&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd.../Earmarking.ASP?L_Country=Finland&Type=Tax&submit1=Run+Quer),  
*Exemptions for Finlands*,  
[http://www.oecd.../Exemptions.ASP?L\\_Country=Finland&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd.../Exemptions.ASP?L_Country=Finland&Type=Tax&submit1=Run+Quer),  
*Final Recipients of Revenues from Environmentally Related Taxes in Finland*,  
[http://www.oecd.../Recipients.ASP?L\\_Country=Finland&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd.../Recipients.ASP?L_Country=Finland&Type=Tax&submit1=Run+Quer)

- Frequency of Payment of Environmentally Related Taxes in Finland*,  
[http://www.oecd....Frequency.ASP?L\\_Country=Finland&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd....Frequency.ASP?L_Country=Finland&Type=Tax&submit1=Run+Quer),
- Nominal Tax Rates of Environmentally Related Taxes in Finland*,  
[http://www.oecd.or.../Taxrates.asp?L\\_Country=Finland&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd.or.../Taxrates.asp?L_Country=Finland&Type=Tax&submit1=Run+Quer),
- Refund Mechanisms in the Environmentally Related Taxes in Finland*,  
[http://www.oecd..../Refunds.ASP?L\\_Country=Finland&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd..../Refunds.ASP?L_Country=Finland&Type=Tax&submit1=Run+Quer),
- Responsibility for Payment of Environmentally Related Taxes in Finland*,  
[http://www.oecd..../Responsibility.ASP?L\\_Country=Finland&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd..../Responsibility.ASP?L_Country=Finland&Type=Tax&submit1=Run+Quer),
- Revenues Raised by Environmentally Related Taxes in Finland*,  
[http://www.oecd..../Revenues.ASP?L\\_Country=Finland&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd..../Revenues.ASP?L_Country=Finland&Type=Tax&submit1=Run+Quer)
- Statistics Finland (2000), *Environment Statistics*, Helsinki.
- Andersen, Mikael (1998), *Assessing the Effectiveness of Denmark's Waste Tax*, Environment, Vol.40, Number 4.
- Danish Board of Technology (1996), *Ecological Tax Reform*,  
<http://www.tekno.dk/udgiv/963/963all.htm>
- Danish EPA (Environmental Protection Agency) (2000), *Executive Summary, Economic Instruments in Environmental Protection In Denmark*,  
<http://www.mst.dk/200002pubs/87%2D7909%2D568%2D2/execsum.htm>
- EC (European Commission) (1998), *Database on Environmental Taxes and Charges, Denmark 1998*, Office for Official Publications of the European Communities: Luxembourg.
- (1996), *Inventory of Taxes 16th Edition*, Luxembourg.
- Ministry of Environment and Energy (2000), *Danish Energy Policy*,  
<http://www.ens.dk/e21/e21uk/contents.htm>
- OECD, *Earmarking of Environmentally Related Taxes in Denmark*,  
[http://www.oecd..../Earmarking.ASP?L\\_Country=Denmark&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd..../Earmarking.ASP?L_Country=Denmark&Type=Tax&submit1=Run+Quer),
- Exemptions for Denmark*,  
[http://www.oecd..../Exemptions.ASP?L\\_Country=Denmark&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd..../Exemptions.ASP?L_Country=Denmark&Type=Tax&submit1=Run+Quer),
- Final Recipients of Revenues from Environmentally Related Taxes in Denmark*,  
[http://www.oecd..../Recipients.ASP?L\\_Country=Denmark&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd..../Recipients.ASP?L_Country=Denmark&Type=Tax&submit1=Run+Quer),
- Frequency of Payment of Environmentally Related Taxes in Denmark*,  
[http://www.oecd....Frequency.ASP?L\\_Country=Denmark&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd....Frequency.ASP?L_Country=Denmark&Type=Tax&submit1=Run+Quer),
- Nominal Tax Rates of Environmentally Related Taxes in Denmark*,  
[http://www.oecd..../Taxrates.ASP?L\\_Country=Denmark&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd..../Taxrates.ASP?L_Country=Denmark&Type=Tax&submit1=Run+Quer),
- Refund Mechanisms in the Environmentally Related Taxes in Denmark*,  
[http://www.oecd..../Refunds.ASP?L\\_Country=Denmark&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd..../Refunds.ASP?L_Country=Denmark&Type=Tax&submit1=Run+Quer),
- Responsibility for Payment of Environmentally Related Taxes in Denmark*,  
[http://www.oecd..../Responsibility.ASP?L\\_Country=Denmark&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd..../Responsibility.ASP?L_Country=Denmark&Type=Tax&submit1=Run+Quer),
- Revenues Raised by Environmentally Related Taxes in Denmark*,  
[http://www.oecd..../Revenues.ASP?L\\_Country=Denmark&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd..../Revenues.ASP?L_Country=Denmark&Type=Tax&submit1=Run+Quer)
- Ministry for Environment and Energy (1999), *Bill on CO<sub>2</sub> Quotas for Electricity Production*.
- University of Kiel (1998), *Interdisciplinary Analysis of Successful Implementation of Energy Efficiency in the Industrial, Commercial and Service Sector*, Vienna.

- Bodil Merethe Larsen and Runa Nesbakken (1997), *Norwegian Emissions of CO<sub>2</sub> 1987-1994*, Environmental and Resource Economics.
- Department of Customs and Indirect Taxation (1994), *Carbon Taxes in Norway*, Oslo.
- EC (European Commission) (1998), *Database on Environmental Taxes and Charges, Norway 1998*, Office for Official Publications of the European Communities: Luxembourg.
- Håkonsen, Lars, and Mathiesen, Lars (1997), *CO<sub>2</sub>-Stabilization May be a 'No-Regrets' Policy*, Environmental and Resource Economics 9:171-198.
- Ministry of Finance, *Existing Green Taxes*,  
[http://www.finans.dep.no/engelsk/5/58Green\\_tax/581Exist\\_green/index.html](http://www.finans.dep.no/engelsk/5/58Green_tax/581Exist_green/index.html),  
*Proposition NO54 (1997-98) to the Storting on "Green" Taxes*,  
[http://www.finans.dep.no/engelsk/5/58Green\\_tax/582Prop54/index.html](http://www.finans.dep.no/engelsk/5/58Green_tax/582Prop54/index.html),  
*Report no 4 to the Storting (1996-97), The Long-Term Programme 1998-2001*,  
<http://www.finans.dep.no/engelsk/3/LTP/index.html>,  
*Tax Rates*,  
<http://www.odin.dep.no/fin/engelsk/p4500279/p4500282/0060.../index-dok000-b-n-a.html>,  
*The Follow-Up of the Green Tax Commissions Proposals*,  
[http://www.finans.dep.no/engelsk/5/58Green\\_tax/green54/index.html](http://www.finans.dep.no/engelsk/5/58Green_tax/green54/index.html)
- OECD, *Exemptions for Norway*,  
[http://www.oecd.../Exemptions.ASP?L\\_Country=Norway&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd.../Exemptions.ASP?L_Country=Norway&Type=Tax&submit1=Run+Quer),  
*Final Recipients of Revenues from Environmentally Related Taxes in Norway*,  
[http://www.oecd.../Recipients.ASP?L\\_Country=Norway&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd.../Recipients.ASP?L_Country=Norway&Type=Tax&submit1=Run+Quer),  
*Nominal Tax Rates of Environmentally Related Taxes in Norway*,  
[http://www.oecd.or.../Taxrates.asp?L\\_Country=Norway&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd.or.../Taxrates.asp?L_Country=Norway&Type=Tax&submit1=Run+Quer),  
*Refund Mechanisms in the Environmentally Related Taxes in Norway*,  
[http://www.oecd.o.../Refund.ASP?L\\_Country=Norway&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd.o.../Refund.ASP?L_Country=Norway&Type=Tax&submit1=Run+Quer),  
*Responsibility for Payment of Environmentally Related Taxes in Norway*,  
[http://www.../Responsibility.ASP?L\\_Country=Norway&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.../Responsibility.ASP?L_Country=Norway&Type=Tax&submit1=Run+Quer),  
*Revenues Raised by Environmentally Related Taxes in Norway*,  
[http://www.oecd..../Revenues.ASP?L\\_Country=Norway&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd..../Revenues.ASP?L_Country=Norway&Type=Tax&submit1=Run+Quer)
- Royal Norwegian Embassy Tokyo, *Taxes for 2000*, The Royal Ministry of Finance.
- Hoglund, Lena (1994), *Environmental Taxes and Green Tax Shift-Background*, Department of Economics, University of Gothenburg.
- Ministry of the Environment (1999), *Budget Bill 2000*, Fact Sheet, Stockholm.
- (1996), *Swedish Environmental Registration, Booklet1*, Stockholm.,  
*Swedish Environmental Registration, Booklet2*, Stockholm.,  
*Swedish Environmental Registration, Booklet3*, Stockholm.
- Ministry of the Environment and Natural Resources (1994), *The Swedish Experience*, Stockholm.
- OECD (1999), *Nominal Tax Rates of Environmentally Related Taxes in Sweden*,  
[http://www.oecd.or.../Taxrates.asp?L\\_Country=Sweden&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd.or.../Taxrates.asp?L_Country=Sweden&Type=Tax&submit1=Run+Quer).  
(1999), *Exemptions for Sweden*,  
[http://www.oec.../Exemptions.ASP?L\\_Country=Sweden&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oec.../Exemptions.ASP?L_Country=Sweden&Type=Tax&submit1=Run+Quer)  
(1999), *Refund Mechanisms in the environmentally Related Taxes in Sweden*,  
[http://www.oecd.o.../Refunds.ASP?L\\_Country=](http://www.oecd.o.../Refunds.ASP?L_Country=)

- Sweden&Type=Tax&submit1=Run+Quer  
(1999), *Exemptions in Sweden*,  
[http://www.oec.../Exemptions.ASP?L\\_Country=Sweden&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oec.../Exemptions.ASP?L_Country=Sweden&Type=Tax&submit1=Run+Quer)  
(1999), *Refund Mechanisms in the Environmentally Related Taxes in Sweden*,  
[http://www.oecd.o...?Refunds.ASP?L\\_Country=Sweden&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd.o...?Refunds.ASP?L_Country=Sweden&Type=Tax&submit1=Run+Quer)  
(1999), *Final Recipients of Revenues from Environmentally Related Taxes in Sweden*,  
[http://www.oecd.../Recipients.ASP?L\\_Country=Sweden&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd.../Recipients.ASP?L_Country=Sweden&Type=Tax&submit1=Run+Quer)  
(1999), *Responsibility for Payment of environmentally Related Taxes in Sweden*,  
[http://www.../Responsibility.ASP?L\\_Country=Sweden&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.../Responsibility.ASP?L_Country=Sweden&Type=Tax&submit1=Run+Quer)  
(1999), *Frequency of Payment of Environmentally Related Taxes in Sweden*,  
[http://www.oecd.../Frequency.ASP?L\\_Country=Sweden&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd.../Frequency.ASP?L_Country=Sweden&Type=Tax&submit1=Run+Quer)  
(1999), *Earmarking of Environmentally Related Taxes in Sweden*,  
[http://www.oec...?Earmarking.ASP?L\\_Country=Sweden&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oec...?Earmarking.ASP?L_Country=Sweden&Type=Tax&submit1=Run+Quer)  
Swedish EPA (1999), *The Environmental Code*,  
<http://www.environ.se:8084/documents/legal/code/codedoc/code.htm>  
(1997), *Environmental Taxes in Sweden, Stockholm*.  
(1997), *Evaluation of Green Taxes in Sweden: Large Environmental Impact at Small Cost*,  
<http://www.environ.se:8084/documents/press/1997/ep970313.htm>  
(2000), *Swedenenvironment*,  
<http://www.environ.se:8083/swedenenvironment/no0002/0002.html>  
The Swedish Institute (1999), *Fact Sheets on Sweden*, Stockholm.  
(1997), *Fact Sheets on Sweden*, Stockholm.  
Burniaux, Jean-Marc, and Martins, Joaquim Oliveira (1999), *Carbon Emission Leakages: An Analytical General Equilibrium View*, Preliminary Draft for 2nd Annual Conference on Global Economic Analysis, 20-22 June, Copenhagen.  
ERM Japan (2000), *Japan Environmental Review*, Volume 1, Issue 1 June/July.  
European Commissions (1996), *Inventory of Taxes 16th Edition*, Luxembourg.  
European Environmental Agency (1996), *Environmental Taxes*, Copenhagen.  
European Foundation (1996), *Briefing for Business on Environmental Taxes and Charges: National Experiences and Plans*, WP/97/02/EN.  
European Union (1998), *Structures of the Taxation Systems in the European Union*,  
[http://www.europa.eu.int/comm/taxation\\_customs/publications/thekey/.../06structures.htm](http://www.europa.eu.int/comm/taxation_customs/publications/thekey/.../06structures.htm)  
EUROPEN (1997), *Economic Instruments in Environment Policy*,  
<http://www.europen.be/issues/econ.html>  
Eurostat, *Structures of the Taxation Systems in the European Union 1970-1996*, Luxembourg.  
Hanisch, Carola (1998), *Taking Stock of GREEN Tax Reform Initiatives*, Environmental Science and Technology, Volume 31, Issue 23.  
Lagerstedt, Göran, and Andersson, Nils (1998), *Nuclear Power in the Competitive Nordic Electricity Market*, The Uranium Institute Twenty Third Annual International Symposium 1998.  
Lottje, Christine (1998), *Climate Change and Employment in the European Union*,  
<http://www.climnet.org/pubs/jobs/jobs.html>  
Morgenstern, Richard D. (1996), *Environmental Taxes: is There a Double Dividend?*, Environment, Volume 38, Number 3.

Muller, Frank (1996), *Mitigating Climate Change*, Environment, Volume 38, Number 2.

OECD (1999), *Behavioral Responses to Environmentally-Related Taxes*, COM/ENV/EPOC/DAFFE/CFA(99)111/FINAL, Paris.,

*Economic Instruments for Pollution Control and Natural Resources Management in OECD Countries: A Survey*, ENV/EPOC/GEEI(98)35?REV1?FINAL, Paris.

(1999), *Energy Taxes-The Danish Model*, Environmental Taxes-Recent Developments in China and OECD Countries.

(1995), *Environmental Taxes in OECD Countries*, OECD.

(1996), *Implementation Strategies for Environmental Taxes*, OECD.,

*Refund Mechanisms in Taxes Levied on Diesel*, OECD.

[http://www.oecd.org/TBRefunds.asp?L\\_Country=Diesel&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd.org/TBRefunds.asp?L_Country=Diesel&Type=Tax&submit1=Run+Quer),

*Taxes in OECD Member Countries Levied on Coal*,

[http://www.oecd.org/TaxBaseRates.asp?L\\_Country=Coal&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd.org/TaxBaseRates.asp?L_Country=Coal&Type=Tax&submit1=Run+Quer),

*Taxes in OECD Member Countries Levied on Diesel*,

[http://www.oecd.org/TaxBaseRates.asp?L\\_Country=Diesel&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd.org/TaxBaseRates.asp?L_Country=Diesel&Type=Tax&submit1=Run+Quer),

*Taxes in OECD Member Countries Levied on Electricity Consumption*,

[http://www.oecd.org/TaxBaseRates.asp?L\\_Country=Electricity+consumption&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd.org/TaxBaseRates.asp?L_Country=Electricity+consumption&Type=Tax&submit1=Run+Quer),

*Taxes in OECD Member Countries Levied on Heavy Fuel Oil*,

[http://www.oecd.org/TaxBaseRates.asp?L\\_Country=fuel+oil&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd.org/TaxBaseRates.asp?L_Country=fuel+oil&Type=Tax&submit1=Run+Quer),

*Taxes in OECD Member Countries Levied on Leaded Petrol*,

[http://www.oecd.org/TaxBaseRates.asp?L\\_Country=Leaded+petrol&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd.org/TaxBaseRates.asp?L_Country=Leaded+petrol&Type=Tax&submit1=Run+Quer),

*Taxes in OECD Member Countries Levied on Light Fuel*

*Oil*,

[http://www.oecd.org/TaxBaseRates.asp?L\\_Country=Light+fuel+oil&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd.org/TaxBaseRates.asp?L_Country=Light+fuel+oil&Type=Tax&submit1=Run+Quer),

*Taxes in OECD Member Countries Levied on Unleaded Petrol*,

[http://www.oecd.org/TaxBaseRates.asp?L\\_Country=Unleaded+petrol&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd.org/TaxBaseRates.asp?L_Country=Unleaded+petrol&Type=Tax&submit1=Run+Quer),

*Refund Mechanisms in Taxes Levied on Coal*,

[http://www.oecd.org/TBRefunds.asp?L\\_Country=Coal&Type=Tax&submit1=Run+Quer](http://www.oecd.org/TBRefunds.asp?L_Country=Coal&Type=Tax&submit1=Run+Quer)

Ribeiro, Maria Teresa, Abstract, *Environmental Taxes; Implementation and Environmental Effectiveness*,

<http://cent.hgus.gu.se/econ/ERN-conf/ribeiro.htm>

Schlegelmilch, Kai (1999), *Energy Taxation in the EU and some Member States: Looking for Opportunities Ahead*, Heinrich-Böll-Foundation, Brussels Office.